



⑳ Aktenzeichen: P 39 16 520.5
㉔ Anmeldetag: 20. 5. 89
㉕ Offenlegungstag: 22. 11. 90

㉑ Anmelder:

Zimmer, Erich Helmut, Dipl.-Ing., 6700
Ludwigshafen, DE

㉒ Vertreter:

Möll, F., Dipl.-Ing.; Bitterich, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 6740 Landau

㉓ Erfinder:

Zimmer, Erich Helmut, Dipl.-Ing., 6700
Ludwigshafen, DE

⑤4 Biologischer Klärreaktor nach dem aeroben/fakultativen Prinzip

Im Inneren eines Klärreaktors (10) mit wärmege­dämmt­er Wand (12), wärmege­dämmt­em, trichterförmigem Boden (11) und gegebenenfalls gasdich­tem Deckel (13) ist ein zentrales Strahlrohr (20) befestigt, dessen unteres Ende als Ansaugtrichter (21) ausgebildet ist. Die zu klärende Flüssigkeit wird über eine Reaktor­zuleitung (1) zugeleitet, das geklärte Abwasser über eine Reaktor­ableitung (2) abgeleitet. In einer Vertiefung (14) im Boden (11) steht eine Belüftungseinrichtung, gebildet durch eine Tauchpumpe (40), eine Wasserstrahl­gaspumpe (30) und eine Gasleitung (4). Dank der Belüftungseinheit (30, 40) bildet sich im Inneren des Reaktors (10) eine Kreisströmung aus. Füllkörper (28) in Form von extrudierten Kunststoffrohrabschnitten, die als zusätzliche Aufwuchsflächen für die Klärbakterien dienen, werden mit der Kreisströmung ständig umgewälzt. Dies verbessert die Versorgung der Mikroorganismen mit Sauerstoff und Nährstoffen, verbessert die Klärwirkung, beugt der Bildung von Faulzonen vor und verhindert das Verblocken der Füllkörper (28). Aufgrund unterschiedlicher Sauerstoffkonzentrationen im Reaktor (10) bilden sich verschiedene Zonen aus, eine rein aerobe Zone im Inneren des Strahlrohrs (20), eine gemäßigt aerobe Zone außerhalb des Strahlrohrs (20) im oberen Reaktorbereich und eine gemäßigt fakultative Zone im unteren Reaktorbereich. Dank dieser Zonenbildung wird das Abwasser im Reaktor (10) sowohl nitrifiziert als auch denitrifiziert.

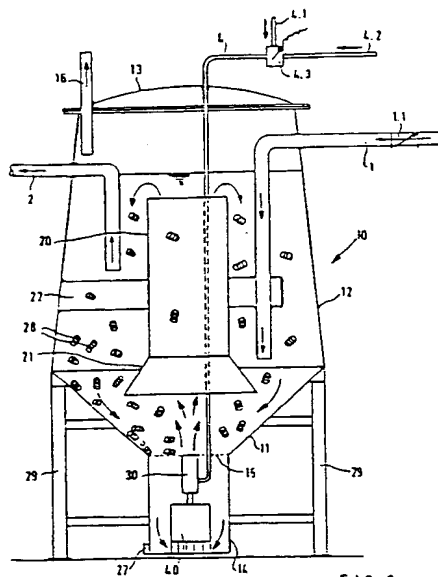


FIG. 3

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Klärreaktor nach dem aeroben/fakultativen Prinzip gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein derartiger Klärreaktor ist beispielsweise bekannt aus der DE-OS 37 26 949. Dieser Klärreaktor besitzt einen zylindrischen Behälter mit einem trichterförmigen Gitterboden. Das Reaktorbett wird gebildet aus einer Vielzahl von kugelförmigen Füllkörpern, wie sie beispielsweise in der DE-OS 26 39 159 beschrieben sind. An der tiefsten Stelle des trichterförmigen Bodens ist eine Abzugsleitung für die Füllkörper vorgesehen. Die abgezogenen Füllkörper werden in einer externen Anlage entweder durch Wasserstrahl oder durch mechanische Bürsten von den anhängenden Mikroorganismen gereinigt und über eine weitere Leitung dem Reaktorbett wieder zugeführt. Die üblichen Zu- und Ableitungen für Abwasser, Reinwasser und Schlamm sind ebenfalls vorgesehen.

Aus den EP-OSen 01 00 007, 02 38 902 und der DE-OS 35 23 844 sind flache Klärbecken bekannt, in denen zur Erhöhung des Schlammindeix poröse Schaumstoffwürfel als Aufwuchsflächen für Mikroorganismen schwimmen. Am Boden der Becken sind Druckluftbelüftungsanlagen vorgesehen. Über eine geeignete Fördereinrichtung, beispielsweise eine Mammutpumpe, wird kontinuierlich ein Teil der Schaumstoffwürfel aus dem Becken abgezogen und in einer externen Anlage ganz oder teilweise von den Mikroorganismen befreit.

Aus der DE-OS 28 45 652 schließlich ist ein biologischer Klärreaktor bekannt, dessen Behälter ebenfalls ein aus Füllkörpern geschüttetes Reaktorbett sowie eine Begasungseinrichtung aufweist. Die Füllkörper besitzen Kugel- oder Torusform. Durch eine geeignete Förderereinrichtung wird kontinuierlich ein Teil der Füllkörper aus dem Reaktorbett abgezogen, in einer externen Waschanlage von den Mikroorganismen befreit und durch eine weitere Leitung in den Reaktor zurückgeführt.

Dem zitierten Stand der Technik liegt die Absicht zugrunde, einerseits den Schlammindeix des Klärbekens bzw. Klärreaktors zu erhöhen, um damit auch die biologische Klärleistung zu erhöhen, andererseits aber das durch die wachsenden Mikroorganismen bewirkte Verstopfen des Reaktorbetts zu verhindern.

Das beschriebene Verfahren mit den im flachen Klärbecken schwimmenden Schaumstoffkörpern konnte sich in der Praxis nicht bewähren. Von den übrigen Verfahren ist bekannt, daß sie über das Versuchsstadium noch nicht hinausgekommen sind.

Eine wesentliche Voraussetzung für eine hohe Effektivität des Klärvorgangs und eine optimale Ausnutzung der zum Betrieb einer Kläranlage aufgewendeten Energie ist eine optimale Vermischung von Abwasser, Schlamm und Luft, eine optimale Belüftung, eine optimale Temperaturführung und eine Gestaltung des Klärreaktors derart, daß die für den Abbau der verschiedenen Schadstoffe verantwortlichen Mikroorganismen jeweils die für sie optimalen Lebensbedingungen finden.

Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen Klärreaktor der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß er die soeben genannten Bedingungen erfüllt und darüber hinaus auch noch einfach und preiswert herzustellen ist, eine einfache, robuste Betriebsweise ermöglicht und an unterschiedlichste Einwohnergleichwerte angepaßt werden kann.

Diese Aufgabe wird gelöst bei einem gattungsgemäßen Klärreaktor durch Anwendung der im Kennzeichen des Anspruchs 1 genannten Merkmale.

Damit ergeben sich die Vorteile, daß sich im Reaktor vier Verfahrenszonen ausbilden:

1. Eine intensiv belüftete primäre Zone im inneren Behälterteil. Hier werden Abwasser, Schlamm und Luft innig vermischt und das Abwasser nitrifiziert.
2. Eine weniger belüftete sekundäre Zone, in der das Abwasser ebenfalls nitrifiziert wird. Diese zweite Zone umfaßt etwa die obere Hälfte des Reaktorbetts.
3. Eine leicht bis mäßig fakultative dritte Zone, in der das Abwasser denitrifiziert wird. Diese Zone umfaßt im wesentlichen die untere Hälfte des Reaktorbetts sowie den trichterförmigen Bodenbereich. Hier wird auch der Hauptanteil des Schlammes sedimentiert.
4. Eine stark fakultative vierte Zone, in der das Abwasser denitrifiziert und unter Sedimentation des Restschlammes nachgeklärt wird. In dieser vierten Zone wird auch die im gereinigten Abwasser noch steckende Wärme über die als Wärmetauscher ausgebildete Tauchwand rückgewonnen. Hierdurch wird der wissenschaftlichen Erkenntnis Rechnung getragen, daß der Klärvorgang bei erhöhten Temperaturen schneller abläuft.

Durch die Kreislaufführung des belüfteten Abwasser-Schlamm-Luftgemisches werden Abwasser und Schlamm mehrmals dem aeroben Teil des Reaktorbetts zugeführt, wo optimale Bedingungen für die Nitrifikation vorliegen, und ebenso oft dem fakultativen Teil des Reaktors, wo optimale Bedingungen für die Denitrifikation vorliegen. Insbesondere im trichterförmigen Bodenbereich bildet sich ein Schlammsumpf mit einem ausgeprägten fakultativen Milieu für die erforderliche Denitrifikation aus. Dank dieser sogenannten dritten Reinigungsstufe ist das geklärte Wasser praktisch frei von Nitraten, gegebenenfalls auch Phosphaten.

Vorteilhafterweise sind die Behälterbereiche zueinander konzentrisch angeordnet. Dadurch werden im inneren Behälterbereich Abwasser, Schlamm und Luft besonders intensiv gemischt. Durch die dank des geringen Strömungsquerschnittes relativ hohe Strömungsgeschwindigkeit werden Füllkörper aus dem unteren Teil des Reaktorbetts angesaugt und oben auf dem Reaktorbett wieder angelagert. Das Reaktorbett wird kontinuierlich im Kreislauf geführt. Dadurch wird dem immer wieder zu beobachtenden Verwachsen, Verblocken und Verschlammen des Reaktorbetts vorgebeugt, ohne daß externe Wasch- oder Reinigungseinrichtungen benötigt werden. Es ist überraschenderweise auch nicht nötig, die Füllkörper vom anhaftenden Bewuchs zu reinigen; dadurch bleibt der Schlammindeix des Klärreaktors uneinflusst. In der sich daran anschließenden mittleren Zone reduziert sich die Strömungsgeschwindigkeit entsprechend der Vergrößerung des Strömungsquerschnitts, so daß sich wie schon erwähnt im oberen Reaktorbettbereich ein aerobes, im unteren Reaktorbettbereich ein fakultatives Milieu einstellt.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Belüftungseinrichtung als Wasserstrahlpumpe mit nachgeschaltetem Venturi-Rohr ausgebildet. Dadurch entfällt ein eigener Druckluft-Erzeuger. Es stellt sich eine intensive Vermischung von Luft und Wasser ein. Durch das nachgeschaltete Venturi-Rohr

wird der in der Düse entstehende Druckabfall mit Ausnahme des geringen Reibungsanteils und des zur Luftansaugung erforderlichen Energieanteils wiedergewonnen. Der zum Betrieb eines solchen Injektor-Belüfters erforderliche Energiebedarf ist erheblich geringer als der Energiebedarf herkömmlicher, separater Druckluftgebläse. Zusätzliche mechanische oder hydraulische Einrichtungen entfallen, was der Forderung nach einfachen, wartungsarmen und energiesparenden Klärreaktoren entspricht.

Die durch den Wegfall des gesonderten Druckluftgebläses eingesparte Energie kann teilweise für eine intensivere Umwälzung und hydraulische Durchströmung des Reaktorbetts eingesetzt werden, wodurch neben der intensiveren Substratzuführung auch eine kontinuierliche Auflockerung des Reaktorbetts erreicht wird.

Als Pumpe zur Aufrechterhaltung des Strömungskreislaufes durch das Reaktorbett und zum Betreiben des Wasserstrahlluftinjektors eignet sich vorteilhafterweise eine Tauchpumpe, die auf oder knapp über dem Behälterboden angeordnet ist. Aufgrund dieser Positionierung saugt die Pumpe nicht nur Wasser, sondern auch Teile des sich am Behälterboden absetzenden Schlammes an und führt diesen in erwünschter Weise im Kreislauf mehrfach durch das Reaktorbett. Die Verlustwärme der Pumpe erwärmt in energetisch erwünschter Weise den Behälterinhalt, ist also im Gegensatz zu den bekannten Konstruktionen hier nicht verloren.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung saugt die Pumpe die Füllkörper direkt an. Auch bei dieser Variante verlassen die Füllkörper und die anhaftenden Mikroorganismen niemals den Behälter des Klärreaktors, sondern stehen ständig in Kontakt mit dem Abwasser-Schlamm-Gemisch.

Es empfiehlt sich, das untere Ende der inneren Tauchwand als Ansaugtrichter auszubilden, um einen optimalen Sog auf die Füllkörper des Reaktorbetts auszuüben.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung sind Belüftungseinrichtung und Pumpe als Mammutpumpe kombiniert. Mammutpumpen eignen sich besonders zur Förderung stark feststoffhaltiger Flüssigkeiten, besitzen jedoch einen geringen Wirkungsgrad.

Obwohl der erfindungsgemäße Klärreaktor einwandfrei arbeitet, wenn das Reaktorbett direkt auf dem trichterförmigen Boden aufsitzt, läßt sich eine verbesserte Wartung und Zugänglichkeit insbesondere der im Bereich des Behälterbodens aufgestellten Pumpe dadurch erreichen, daß unter dem Reaktorbett ein Gitter oder Rost mit einem zentralen Schutzrohr angeordnet wird, wobei der Durchmesser des Schutzrohres größer ist als der der Pumpe. Dadurch läßt sich die Pumpe im Schadens- oder Wartungsfall einfach aus dem Behälter herausziehen, ohne daß der Klärreaktor entleert und das Reaktorbett ausgebaut werden müßte. Es versteht sich, daß auch der Durchmesser der die innere Zone begrenzenden Tauchwand entsprechend bemessen sein muß.

Der äußere Behälterbereich, der wie schon erwähnt, im wesentlichen als Nachklärbecken, Wärmerückgewinnungszone und Isolierzzone dient, kann vorzugsweise mit einer Gasfangtasche ausgerüstet werden, von der wenigstens eine Steigleitung in den inneren Behälterbereich führt. Bei den Gasen, die in der äußeren Nachklärkammer entstehen, handelt es sich z. B. um CO₂, insbesondere aber um Stickstoff aus der Denitrifikationszone.

Um bei stark schwankenden Belastungen des zu reinigenden Abwassers unerwünschte, z. B. toxische Wirkungen auf die sessilen Mikroorganismen zu verhindern

oder möglichst abzumildern, empfiehlt es sich, eine Mischkammer vorzusehen, in der die zu reinigende Flüssigkeit und die im Kreislauf umgepumpte Flüssigkeit gemischt und möglichst gleichmäßig über die Tauchkörper-Oberfläche verteilt werden.

Wie der eingangs geschilderte Stand der Technik zeigt, ist grundsätzlich die Erkenntnis bereits vorhanden, daß für eine optimale Klärwirkung auch eine optimale Form und Größe der Füllkörper erforderlich ist. Es genügt nicht nur, Füllkörper mit einer zum Volumen möglichst großen relativen Oberfläche zu wählen. Da die Mikroorganismen ihre Abbauarbeit nur dann optimal leisten können, wenn sie auch optimal mit Nährstoffen, Wasser und Sauerstoff versorgt werden, muß der innere Aufbau der Füllkörper dieses gewährleisten. Hierzu eignen sich erfindungsgemäß Füllkörper aus extrudierten Rohrabschnitten, vorzugsweise aus Kunststoff, mit einer Mehrzahl von konzentrischen Zylindern, die von radialen Stegen gehalten sind.

Vorteilhafterweise besitzen die Rohrabschnitte ca. 40 mm Durchmesser und ca. 40 mm Länge sowie vier konzentrische Zylinderwände.

Anhand der Zeichnung soll die Erfindung in Form von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform eines Klärreaktors,

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines Klärreaktors,

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine dritte Ausführungsform eines Klärreaktors, und die

Fig. 4 und 5 in Draufsicht und Querschnitt einen Füllkörper.

Fig. 1 zeigt einen vorzugsweise zylindrischen, stehenden Behälter 10 mit einem Zulauf 11 für die zu reinigende Flüssigkeit, einem Ablauf 12 für die gereinigte Flüssigkeit und einem Ablauf 13 für überschüssigen Schlamm. Das Verhältnis von Behälterhöhe zu Behälterdurchmesser ist größer/gleich 1. Der Boden 14 des Behälters 10 ist trichterförmig. Ein Deckel 16 sorgt in Verbindung mit weiteren, in der Zeichnung nicht dargestellten Isolierungen für eine optimale Temperatur im Inneren des Behälters 10.

Das Behälterinnere ist durch zwei konzentrische Tauchwände 101, 102 in drei Behälterbereiche 103, 104, 105 unterteilt. Im inneren Behälterbereich 103 unten ist eine Belüftungseinrichtung 30 vorgesehen, die in diesem einfachen Fall über eine Druckluftleitung 31 von einem Druckluftgebläse 32 gespeist wird.

Im mittleren Behälterbereich 104 befinden sich ein Reaktorbett 20, gebildet aus einer Vielzahl von eingeschütteten Füllkörpern 21. Durch geeignete Wahl der Abstände zwischen den unteren Enden der Tauchwände 101, 102 und dem Behälterboden 14 wird erreicht, daß einige der Füllkörper 21 kontinuierlich unter der Tauchwand 101 hindurch in den inneren Behälterbereich 103 gelangen.

Der äußere Behälterbereich 105 dient zunächst als Nachklärzone. Der in der gereinigten, aufsteigenden Flüssigkeit enthaltene Schlamm sedimentiert unter der Wirkung der Schwerkraft und sammelt sich auf dem trichterförmigen Boden 14. Die in der aufsteigenden Flüssigkeit enthaltene Wärme wird über die auf optimale Wärmeübertragung hin ausgelegte Tauchwand 102 an das Reaktorbett 20 abgegeben. Gleichzeitig dient die Flüssigkeitsschicht des äußeren Behälterbereiches 105 als zusätzliche Isolierschicht zwischen dem Reaktorbett 20 und der Außenumgebung.

Unter der Wirkung der die Belüftungseinrichtung 30 verlassenden Luftblasen entsteht eine Kreisströmung, die im inneren Behälterbereich 103 aufsteigt und im mittleren Behälterbereich 104 absteigt. Durch die Frischluftzufuhr im inneren Behälterbereich 103 bildet sich hier eine gut durchlüftete, aerobe Zone 1 aus. Mit der aufsteigenden Strömung werden auch einige der Füllkörper 21 mit angesaugt, mit Hilfe der Strömung nach oben gespült und auf der Oberseite des Reaktorbettes 20 abgelagert. Durch diesen kontinuierlichen Kreislauf wird dem Verwaschen, Verblocken und Verschlammen des Reaktorbettes 20 vorgebeugt, und zwar auch ohne daß die Füllkörper 21 von dem anhaftenden Bewuchs gezielt gereinigt werden. Gleichzeitig wird ein Teil des sich am Behälterboden 14 absetzenden Schlammes mit angesaugt.

Nach dem Übertritt vom inneren Behälterbereich 103 in den mittleren Behälterbereich 104 verlangsamt sich die Strömungsgeschwindigkeit entsprechend dem Verhältnis der Strömungsquerschnitte.

Solange das Abwasser-Schlamm-Gemisch noch stark sauerstoffhaltig ist, bildet sich im oberen Bereich des Reaktorbettes 20 eine aerobe, sekundäre Zone 2, in der das Abwasser ebenfalls nitrifiziert wird.

Sobald der Sauerstoffgehalt des Abwassers aufgezehrt ist, ändert sich das Milieu im Reaktorbett 20. Es entsteht eine leicht bis mäßig fakultative dritte Zone 3, die im wesentlichen die untere Hälfte des Reaktorbettes 20 sowie den trichterförmigen Bodenbereich umfaßt. Hier wird das Abwasser denitrifiziert.

In der vierten Zone 4 im äußeren Behälterbereich 105 herrscht ein rein fakultatives Milieu. Hier wird das Abwasser noch weiter denitrifiziert. Im Wasser gelöste Gase wie CO₂ oder N₂ können sich abspalten. Gleichzeitig sedimentiert der Rest an Schlamm, der sich in der mittleren Zone 3 noch nicht abgesetzt hat, so daß das gereinigte Wasser an einer Überlaufrinne 12 abgezogen werden kann.

Überschüssiger Klärschlamm wird über eine Leitung 13 am Boden 14 des Behälters 10 abgezogen.

Durch die kontinuierliche, mehrfache Kreislaufströmung des Abwassers und des Schlammes werden Substrat, fakultativer Schlamm und Luft kontinuierlich den aeroben und anaeroben Teilen 2, 3 des Reaktorbettes 20 zugeführt. Im Reaktorbett 20 selbst liegen somit zonenweise optimale Bedingungen für Nitrifikation und Denitrifikation vor.

Fig. 2 zeigt einen Klärreaktor, bei dem das Innere des Behälters 10 wiederum durch Tauchwände 101, 102 in drei Behälterbereiche 103, 104, 105 unterteilt ist. Auf dem Boden 14 des Behälters steht hier eine Tauchpumpe 40 als Umwälzpumpe. Diese saugt Abwasser, Klärschlamm und bei geeigneter Konstruktion auch Füllkörper 21 aus dem Reaktorbett 20 an. Auf dem Druckrohr der Pumpe 40 ist eine Wasserstrahl-Luftpumpe 301 vorgesehen. Angetrieben von dem Wasserstrahl der Umwälzpumpe 40 wird hier über die Luftleitung 31 Luft aus der Umgebung angesaugt und in der Düse innigst mit dem Wasser vermischt. Durch das hinter der Düse angeordnete Venturi-Rohr 302 wird ein Teil der Geschwindigkeit wieder in Druck zurückverwandelt; das Abwasser-Luft-Gemisch strömt mit entsprechend verringerter Geschwindigkeit weiter. Der Druckbedarf der nach oben steigenden Abwassersäule ist gering, da wegen der fast identischen Wasserstände im inneren und im mittleren Behälterbereich 103, 104 praktisch keine Höhe überwunden werden muß.

Falls die Konstruktion der Pumpe 40 es nicht zuläßt,

sowohl Schlammanteile als auch Füllkörper 21 vom Boden 14 des Behälters 10 anzusaugen, besteht die Möglichkeit, den Spalt zwischen der inneren Tauchwand 101 und dem Druckrohr oberhalb der Pumpe 40 so zu gestalten, daß hier der gewünschte Saugeffekt entsteht.

Fig. 3 zeigt eine Weiterbildung des vorigen Ausführungsbeispiels. Das Reaktorbett 20 ist in diesem Fall durch einen ebenen, vorzugsweise jedoch trichterförmigen Bodenrost 22 unten begrenzt. Im Zentrum des Bodenrostes 22 befindet sich ein Schutzrohr 23. Dessen Durchmesser ist größer als der Durchmesser der Pumpe 40. Entsprechendes gilt auch für den Durchmesser der inneren Tauchwand 101. Bei dieser Konstruktion kann die Pumpe 40 zur Wartung oder Reparatur von der Oberseite des Behälters 10 herausgezogen werden, ohne daß der Behälter 10 entleert oder das Reaktorbett 20 ausgebaut werden müßte. Es versteht sich, daß dadurch etwaige Stillstandszeiten des Klärreaktors minimal gehalten werden können und die Biologie des Reaktors nicht zerstört wird.

Das untere Ende der inneren Tauchwand 101 ist als Ansaugtrichter 106 ausgebildet, um das Ansaugen der Füllkörper 21 aus dem Reaktorbett 20 zu verbessern.

Weiterhin ist bei diesem Ausführungsbeispiel im äußeren Behälterbereich 105 eine Gasfangtasche 50 angebaut, die über eine Steigleitung 51 mit dem inneren Behälterbereich 103 in Verbindung steht. Die Gasfangtasche 50 fängt aufsteigende Blasen von Stickstoff und anderen Gasen auf und führt sie in den stark belüfteten inneren Behälterbereich 103 zurück. Hierdurch wird verhindert, daß der Sedimentationsvorgang des Klärschlammes durch die in Gegenrichtung aufsteigenden Gasblasen gestört wird.

Wie die Fig. 3 weiterhin zeigt, kann durch einfaches Anbringen von Stützfüßen 15 unter dem Behälter 10 eine transportable, hoch aktive Kläranlage mit allen drei Reinigungsstufen gebaut werden. Derartige Kompaktanlagen eignen sich insbesondere für einzelstehende Gehöfte, für Sportheime, für Fischzuchtanlagen, für kleine Ortschaften und dergleichen, die nicht an das Netz der Kanalisation angeschlossen werden können.

Die Fig. 4 und 5 zeigen in Draufsicht bzw. im Querschnitt einen Füllkörper 21, wie er sich zur Verwendung in einer der Anlagen der Fig. 1 bis 3 besonders eignet.

Der Füllkörper 21 besteht aus vier konzentrischen, zylindrischen Rohrab schnitten 211, die durch radiale Stege 212 gehalten werden.

Diese Art von Füllkörper 21 läßt sich im Extrusionsverfahren preiswert herstellen. Sie bietet eine große spezifische Oberfläche als Aufwuchsfläche für Mikroorganismen und zur Besiedelung mit Nitrifikanten, insbesondere in stark durchströmten Belebungsanlagen und Klärreaktoren. Für die Besiedelung mit Nitrifikanten ist insbesondere die geschützte Oberfläche günstig. Hierdurch wird die Oxidationswärme innerhalb des Füllkörpers 21 gespeichert, die wiederum Voraussetzung für die optimale Bildung und den optimalen Aufwuchs von nitrifizierenden Bakterien ist. Dadurch, daß der größte Teil der zylindrischen Bewuchsflächen nach außen hin geschützt ist, bietet sich den sessilen Bakterien einerseits ein geschützter Besiedelungsraum, andererseits sind genügend freie Querschnitte da, wie sie für den Transport von Nährstoffen und Sauerstoff zu den Mikroorganismen und für den Abtransport von Oxidationsprodukten nötig sind. Eine Versiegelung der freien Querschnitte durch Polyuronide, Schleimhäute und biologischen Rasen, wie sie bei feinporigen Bewuchskörpern auftritt, wird sicher vermieden.

1. Biologischer Klärreaktor nach dem aeroben/fakultativen Prinzip, bestehend aus einem Behälter (10) mit einem Zulauf (11) für die zu reinigende Flüssigkeit, mit einem Ablauf (12) für die gereinigte Flüssigkeit, mit einem Ablauf (13) für den Klärschlamm, mit einem aus Füllkörpern (21) mit großer relativer Oberfläche geschütteten Tauchkörper (20) als Aufwuchsfläche für sessile Mikroorganismen und mit einer Einrichtung (30) zum Einbringen von Luft in den Behälter (10), wobei der Behälter (10) einen trichterförmigen Boden (14) besitzt, wobei das Verhältnis von Behälterhöhe zu Behälterbreite bzw. -durchmesser zwischen 1 : 2 und 5 : 1 liegt und wobei kontinuierlich ein Teil der Füllkörper (21) aus dem Tauchkörper (20) abgezogen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Behälter (10) gegen Wärmeverluste geschützt ist, daß im Behälter (10) durch den Einbau von im wesentlichen senkrechten Tauchwänden (101, 102) mehrere Behälterbereiche (103, 104, 105) gebildet sind, daß im inneren Behälterbereich (103) unten die Belüftungseinrichtung (30), im mittleren Behälterbereich (104) der Tauchkörper (20) und im äußeren Behälterbereich (105) eine Schlammklär- und -absetzzone vorgesehen sind, daß die Tauchwand (102) zwischen dem mittleren und dem äußeren Behälterbereich (104, 105) für eine optimale Wärmerückgewinnung ausgebildet ist und daß im inneren Behälterbereich (103) unten eine Pumpe (40) vorgesehen ist, die die zu reinigende Flüssigkeit und den sich absetzenden Schlamm ansaugt und im inneren Behälterbereich (103) nach oben fördert, wodurch im Behälter (10) eine Kreisströmung durch den Tauchkörper (20) aufrechterhalten wird.
2. Klärreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Behälterbereiche (103, 104, 105) zueinander konzentrisch angeordnet sind.
3. Klärreaktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Belüftungseinrichtung (30) als Wasserstrahlluftpumpe (301) mit nachgeschaltetem Venturi-Rohr (302) ausgebildet ist.
4. Klärreaktor nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (40) als Tauchpumpe ausgebildet ist und auf oder knapp über dem Behälterboden (14) angeordnet ist.
5. Klärreaktor nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (40) die Füllkörper (21) des Tauchkörpers (20) direkt ansaugt.
6. Klärreaktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Belüftungseinrichtung (30) und die Pumpe (40) als Mammutpumpe ausgebildet sind.
7. Klärreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß unter dem Tauchkörper (20) ein Gitter oder Rost (22) mit einem zentralen Schutzrohr (23), dessen Durchmesser größer ist als der der Pumpe (40), vorgesehen ist.
8. Klärreaktor nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das untere Ende der inneren Tauchwand (101) als Ansaugtrichter (106) zum Ansaugen von Füllkörpern (21) ausgebildet ist.
9. Klärreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß im äußeren Behälterbereich (105) eine Gasfangtasche (50) vorgesehen ist, von der wenigstens eine Steigleitung (51) in den inneren Behälterbereich (103) führt.

10. Klärreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mischkammer vorgesehen ist, in der die zu reinigende Flüssigkeit und die im Kreislauf umgepumpte Flüssigkeit gemischt und möglichst gleichmäßig über die Tauchkörper-Oberfläche verteilt werden.

11. Klärreaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllkörper (21) aus extrudierten Rohrabschnitten, vorzugsweise aus Kunststoff, bestehen mit einer Mehrzahl von konzentrischen Zylindern (211), die von radialen Stegen (212) gehalten sind.

12. Klärreaktor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrabschnitte ca. 40 mm Durchmesser und ca. 40 mm Länge sowie vier konzentrische Zylinderwände (211) aufweisen.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

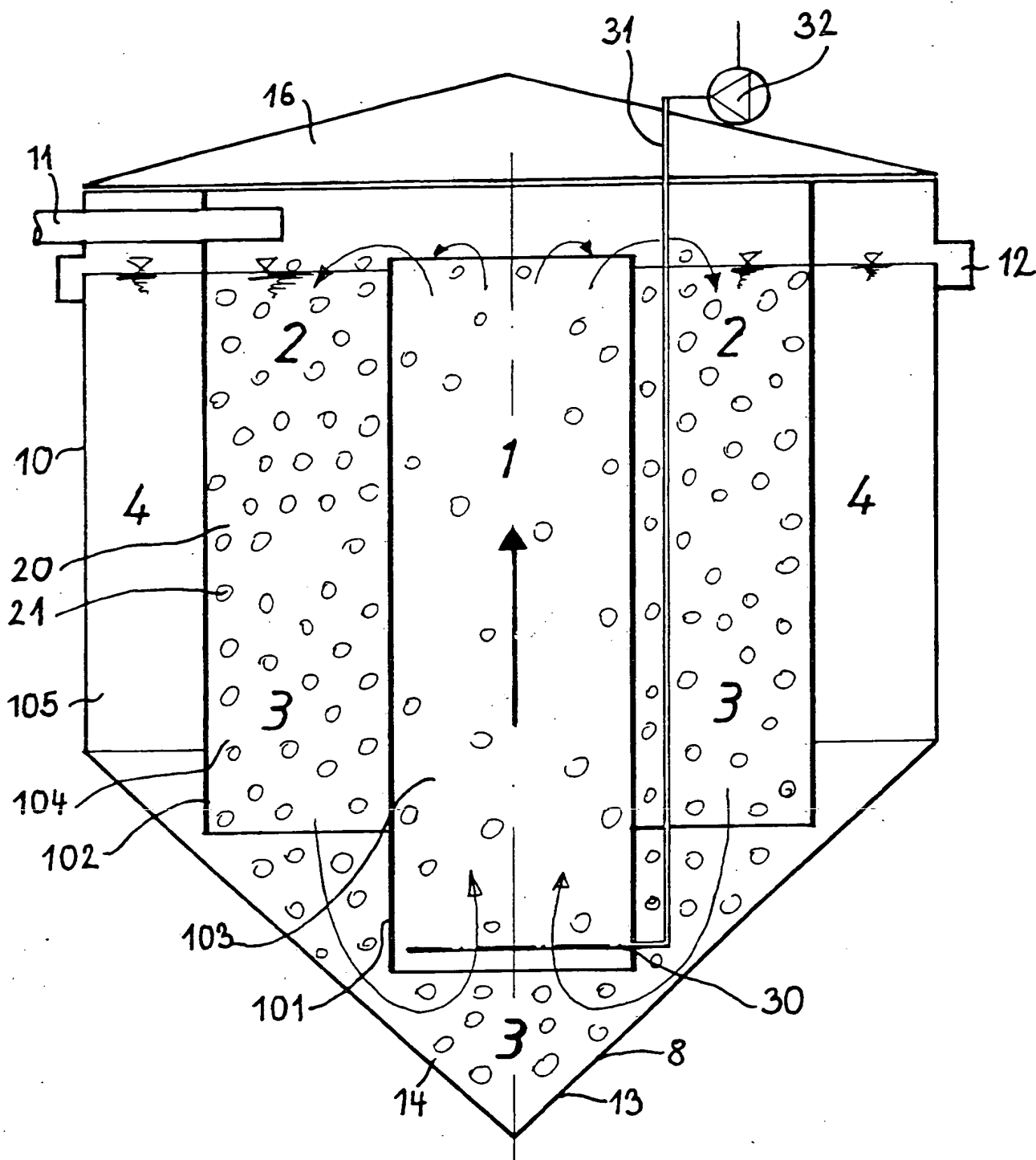
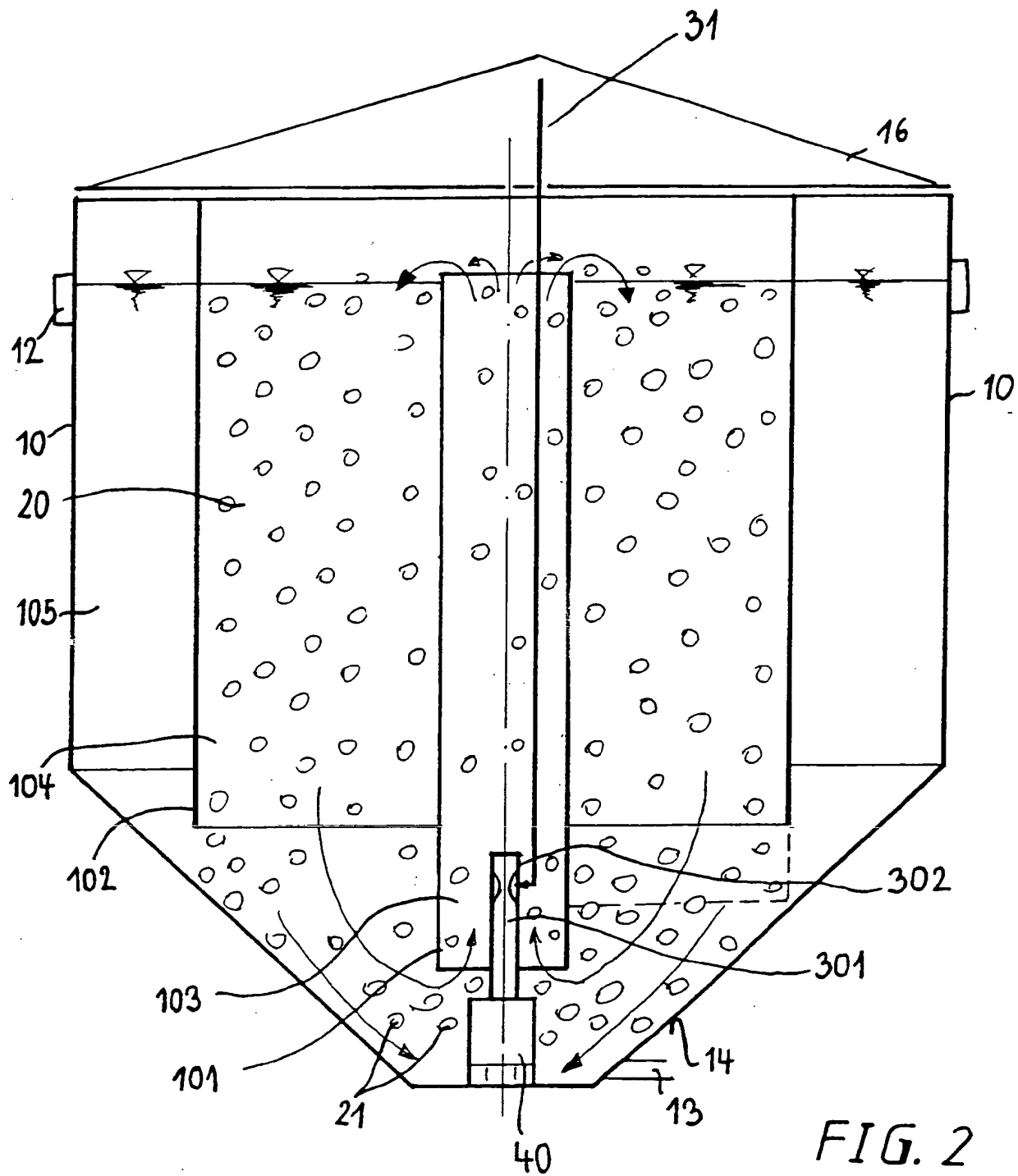


FIG. 1



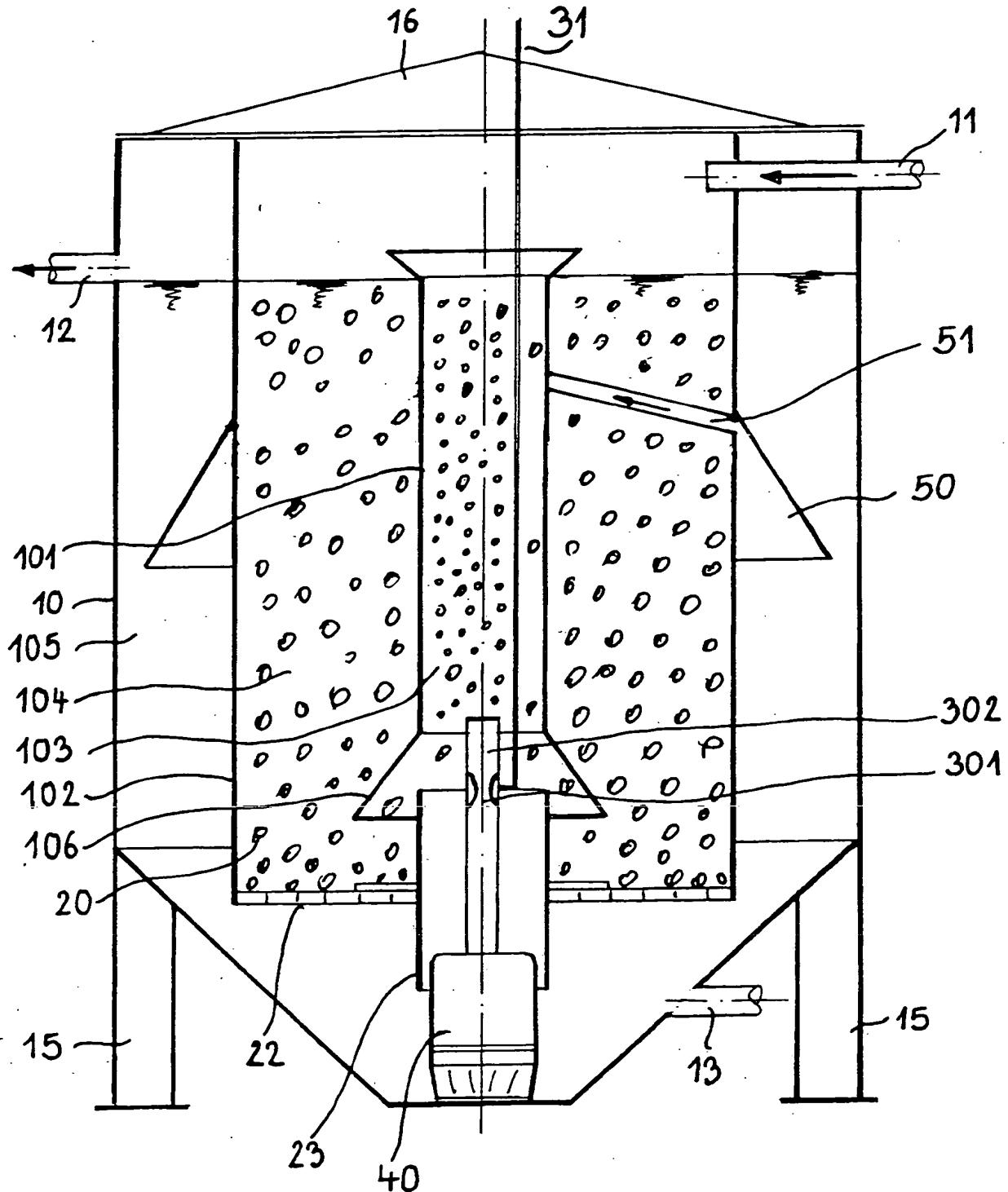


FIG. 3

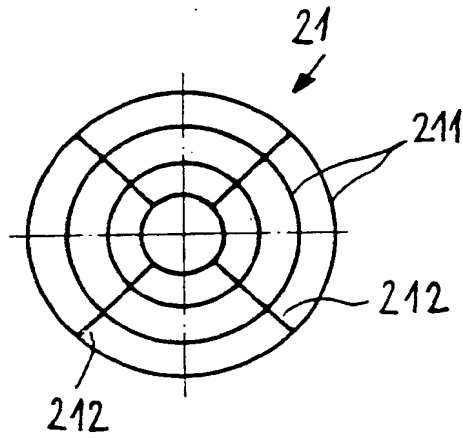


FIG. 4

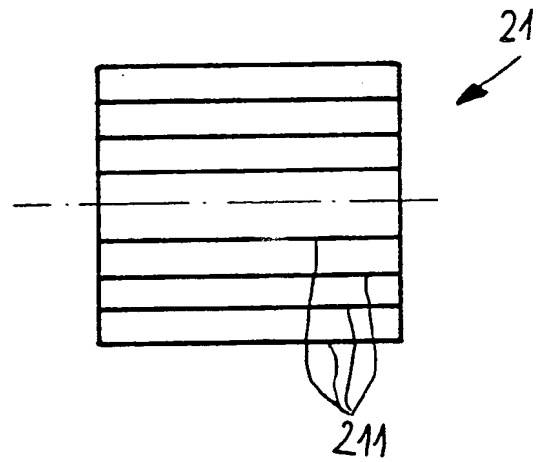


FIG. 5